



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 603 694 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 93120036.4

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F04D 19/04**

(22) Anmeldetag: 11.12.93

(30) Priorität: 24.12.92 DE 4244191  
17.09.93 DE 4331589

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.06.94 Patentblatt 94/26**

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE**

(71) Anmelder: **BALZERS-PFEIFFER GmbH**  
**Postfach 12 80,**  
**Emmeliusstrasse 33**  
**D-35609 Asslar(DE)**

(72) Erfinder: **Conrad, Armin**  
**Zlm Roten Stein 10**  
**D-35745 Herborn(DE)**  
Erfinder: **Gangschow, Otto, Dr.**  
**Kardinal von Galen-Strasse 46**  
**D-50354 Hürth(DE)**

(54) **Vakuumpumpsystem.**

(57) Die Erfindung beschreibt ein Vakuumpumpsystem für mehrstufige Gaseinlaßsysteme. Das Pumpensystem besteht aus einer Turbomolekularpumpe (5) und einer oder mehreren nachgeschalteten Pumpstufen (6), deren Rotoren sich mit dem Rotor der Turbomolekularpumpe auf einer Welle befinden. Eine weitere, gegen Atmosphärendruck ausstoßende, trockene Pumpe (8) wird in Intervallen betrieben. Zwischen den Pumpstufen befinden sich Sauganschlüsse (9). Der Intervallbetrieb der gegen Atmosphäre ausstoßenden Pumpe wird in Abhängigkeit von Strom oder Leistung des Antriebsmotors der ersten Pumpeinheit (4) gesteuert.

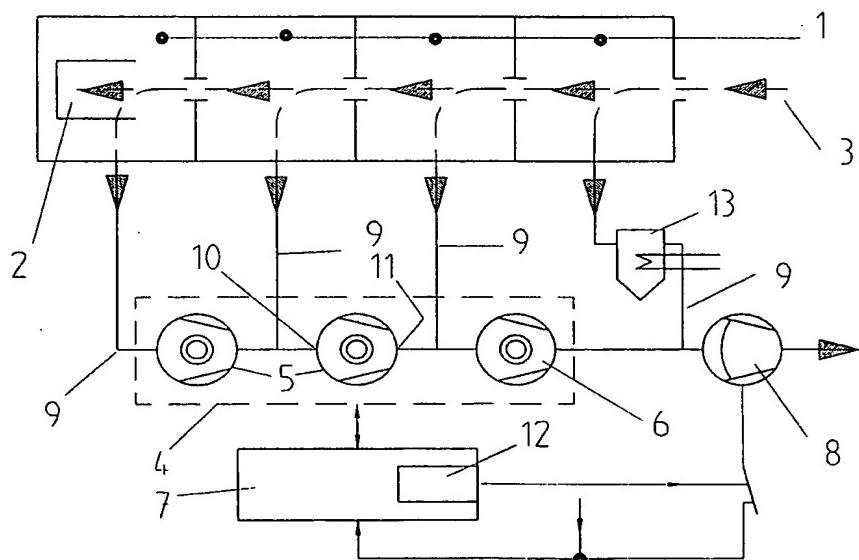


Abb. 1

Die Erfindung betrifft ein Vakuum-Pumpsystem nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruches.

Zur Gasanalyse müssen die zu untersuchenden Substanzen, welche gasförmig oder in Form von Flüssigkeiten vorliegen, in einen für das Analysegerät spezifischen, gasförmigen Zustand gebracht werden. Dies geschieht in der Regel in einem System von miteinander verbundenen Vakuumkammern. In diesen 5 wird die Substanz, welche entweder schon in gasförmigem Zustand eingelassen wird oder als Flüssigkeit durch entsprechenden Druck oder mit anderem Verfahren in den gasförmigen Zustand gebracht wird, in verschiedenen Stufen auf den Arbeitsdruck des Analysegerätes reduziert. Das System von Vakuumkammern besteht aus mehreren Zwischenstufen, die durch Blenden voneinander getrennt sind. In den einzelnen Kammern herrschen unterschiedliche - durch das Analyseverfahren vorgegebene - Drücke.

10 Bei herkömmlichen Systemen werden die Vakuumkammern jeweils einzeln mit Vakuumpumpen oder Pumpensystemen versehen, welche den erforderlichen Druck und das Saugvermögen bereitstellen. In der Regel sind dazu Pumpen verschiedener Wirkungsweise und mit verschiedener Antriebsart notwendig. In niederen Druckbereichen werden Pumpkombinationen benötigt (z.B. Turbomolekularpumpen mit Vorpumpen). Solche Anlagen sind sehr aufwendig. Sie haben einen großen Platzbedarf und ziehen hohe Kosten 15 nach sich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein effektiv arbeitendes Vakuumpumpensystem für Gasanalysesysteme vorzustellen, welches weniger aufwendig ist, geringere Kosten verursacht und weniger Platzbedarf erfordert.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst. Die Ansprüche 2 - 12 stellen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung dar.

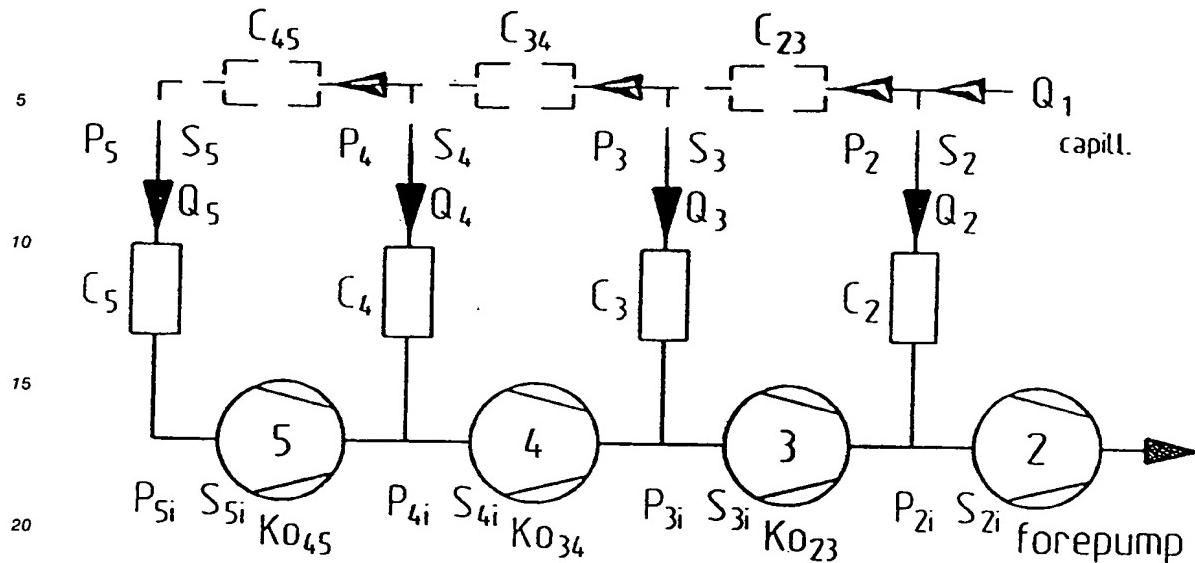
20 Der Arbeitsdruck von Turbomolekularpumpen ist nach höheren Drücken hin begrenzt, da sie nur im molekularen Strömungsgebiet voll wirksam sind. Daher arbeiten sie nur in Kombination mit Vorpumpen. Diese sind in der Regel zweistufige Drehschieberpumpen. In den letzten Jahren ist es gelungen, den Arbeitsbereich von Turbomolekularpumpen nach höheren Drücken hin zu erweitern, indem man im Anschluß an die Turbomolekularpumpe z.B. eine Molekularpumpe nach Art einer Holweck-Pumpe anbringt. 25 Dadurch wird es möglich, den Aufwand zur Erzeugung des Vakuum nach Pumpengröße und Enddruck zu verringern. Insbesondere bietet sich die Möglichkeit, ölgedichtete Vorpumpen durch trockene Pumpen, z.B. Membranpumpen, zu ersetzen. Diese haben sich besonders dort bewährt, wo ein ölfreies Vakuum gefordert wird.

Durch den Einsatz von kompakten Pumpensystemen, etwa nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruches, ergeben sich neue Aufgabenstellungen. Das Problem der Dimensionierung von Druckverhältnissen und Saugvermögen, welche für die einzelnen Vakuumkammern erforderlich sind, konnte durch den Einsatz von separaten Pumpen für die jeweilige Vakuumkammer individuell gelöst werden. Durch den Einsatz eines Kompakt-Pumpensystems ist dies nicht mehr möglich. Hier muß durch exakte Dimensionierung und Anordnung der Sauganschlüsse erreicht werden, daß Rückwirkungen zwischen Eingang und Ausgang 35 der einzelnen Pumpstufen soweit verminder werden, daß die Funktion der einzelnen Stufen des Gaseinlaßsystems nicht beeinträchtigt wird. Dies wird durch die Dimensionierung entsprechend dem kennzeichnenden Teil des ersten Patentanspruches gelöst.

Die Sauganschlüsse werden mit Anschlußflanschen über ein Leitungssystem verbunden. Um die Verbindungen zwischen den einzelnen Vakuumkammern und den Anschlußflanschen leicht herzustellen, 40 können diese zum Beispiel in einer Ebene mit dem Hochvakuumflansch angeordnet werden. Auch eine rechtwinklige Anordnung an Oberseite und Seitenflächen eines beispielsweise quaderförmigen Pumpengehäuses ist möglich.

Der Vergleich verschiedener Molekularpumpstufen ergab, daß eine Holweckpumpe - besonders für hohe Gasdurchsätze - deutliche Vorteile gegenüber anderen Bauarten u.a. in Bezug auf die vakuumtechnischen 45 Daten in Verbindung mit den geometrischen Abmessungen aufweist.

Zur weiteren Ausgestaltung der Erfindung und zur Dimensionierung und Positionierung der verschiedenen Bauteile insbesondere der Pumpstufen werden mit Hilfe des folgenden Formalismus die Drücke zwischen den einzelnen Pumpstufen und deren Kompressionsverhältnisse mittels der Gaslasten und Übergangsleitwerte zwischen den Kammern berechnet. Daraus ergeben sich die Pumpenkenndaten, die 50 nach an sich bekannten Verfahren die Auslegung der Pumpe erlauben.



Das gezeigte Schema beschreibt die typische Anwendung eines erfindungsgemäßen Pumpensystems, einer sogenannten Split Flow Pumpe in einem Analysegerät am Beispiel einer Mehrkammer-Anordnung. Das Meßgas wird hier von Atmosphärendruck über eine Kapillare in die von einer Vorpumpe 2 gepumpte erste Kammer eingelassen. Die Pumpstufen 3, 4 und 5 pumpen die sich aus den Übergangsleitwerten  $C_{23}$ ,  $C_{34}$  und  $C_{45}$  ergebenden Gasströme  $Q_3$ ,  $Q_4$  und  $Q_5$  ab.

Versteht man unter  $S_{2i}-S_{5i}$  die "inneren" Saugvermögen ohne Verluste, die sich nach bekannten Regeln berechnen lassen, unter  $S_i$  die durch die Verlustleitwerte  $C_2-C_5$  verminderten "äußersten" effektiven Saugvermögen und unter  $K_{023}$ ,  $K_{034}$  und  $K_{045}$  die inneren Druckverhältnisse bei Nulldurchsatz über den Stufen 3, 4 und 5, so läßt sich gemäß der Matrixgleichung (1) der folgende pumpencharakteristische Zusammenhang zwischen den einströmenden Gasmengen  $Q_3 - Q_5$  und den Drücken  $P_3 - P_5$  in den Kammern angeben.

$$(1) \quad \begin{pmatrix} P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{S_3} & \frac{1}{S_{3i}} & \frac{1}{S_{3i}} \\ \frac{1}{S_{3i} K_{034}} & \frac{1}{S_4} & \frac{1}{S_{4i}} \\ \frac{1}{S_{3i} K_{045}} & \frac{1}{S_{4i} K_{045}} & \frac{1}{S_5} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \end{pmatrix}$$

Dabei spielt die Herkunft der Gasströme  $Q_i$  keine Rolle. Bei molekularer Strömung läßt sich für jede Gasart in einem einströmenden Gemisch eine solche Gleichung aufstellen, da die einzelnen Komponenten nicht wechselwirken.

Betrachtet man nur den Fall, daß die Flüsse  $Q_i$  ( $i > 1$ ) alle aus  $Q_1$  hervorgehen, wie im Schema dargestellt, dann nehmen in der Regel die Druckniveaus und abgepumpten Gasströme von Kammer zu Kammer stark ab ( $P_2 \gg P_3 \gg P_4 \gg P_5$  und  $Q_1 \gg Q_2 \gg Q_3 \gg Q_4 \gg Q_5$ ). Es ergibt sich folgender einfache Zusammenhang:

$$(2) \quad \begin{pmatrix} Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \end{pmatrix} \simeq \begin{pmatrix} P_2 & C_{23} \\ P_3 & C_{34} \\ P_4 & C_{45} \end{pmatrix} \quad (3) \quad P_2 \simeq \frac{Q_1}{S_2}$$

Die Kombination von Gl. (1) und (2) erlaubt die Berechnung der Druckverhältnisse  $K_{23}$ ,  $K_{34}$  und  $K_{45}$  zwischen den Kammern bei gegebenen Leitwerten  $C_i, i+1$  des zu pumpenden Systems. Zusammen mit den für die Funktion des Systems notwendigen Drücken  $p_i$  und den daraus errechneten Saugvermögen ergeben sich die für den Entwurf der einzelnen Stufen der Pumpe notwendigen Vorgaben.

$$(4) \quad K_{23} = S_3/C_{23}$$

$$(5) \quad K_{34} = \frac{S_4/C_{34}}{1 + \frac{S_4/C_{34}}{K_{034}} \cdot \frac{S_3}{S_{3i}}}$$

$$(6) \quad K_{45} = \frac{S_5/C_{45}}{1 + \frac{K_{34}}{K_{035}} \cdot \frac{S_5}{C_{45}} \left| \frac{S_3}{S_{3i}} + \frac{C_{34}}{S_{4i}} \cdot K_{034} \right|}$$

Mit den Gleichungen (3), (4), (5) und (6) liegen nun alle Kammerdrücke  $P_2-5$  fest.

Aus diesem Formalismus ergeben sich Anleitungen zur optimalen Gestaltung und Dimensionierung des Pumpsystems in Bezug auf die vakuumtechnischen Daten. Beispielsweise wird - wie aus Gleichung (5) ersichtlich - das Druckverhältnis  $K_{34}$ , welches sich in Betrieb zwischen den Kammern 3 und 4 einstellt, u.a. durch die Größe  $K_{034}$  bestimmt. Diese Größe kann durch konstruktive Maßnahmen beeinflußt werden. Um das Druckverhältnis  $K_{34}$  groß zu machen, muß auch  $K_{034}$  möglichst groß sein. Dies wird erreicht, indem man entsprechend der Lehre des Anspruchs 4 die Kanaltiefe der Holweckstufe in Höhe des entsprechenden Sauganschlusses derart gestaltet, daß die Rückströmung entgegen der Pumprichtung stark vermindert wird. Dazu wird die Kanaltiefe an der Stelle des Sauganschlusses reduziert. Da die Holweckstufe aber an ihrer Eingangsseite ein ausreichend hohes Saugvermögen aufweisen muß, um die von der letzten Pumpstufe der Turbomolekularpumpe geförderte Gasmenge aufnehmen zu können, muß an dieser Stelle eine entsprechend große Kanaltiefe vorhanden sein. Daraus ergibt sich, daß sich die Kanaltiefe von der Stelle des Sauganschlusses entgegen der Pumprichtung bis zur Eingangsseite hin kontinuierlich oder stufenweise vergrößert. Durch Variation der Kanaltiefe können Druckniveaus an anderen Stellen des Pumpsystems gesteuert werden.

An der Stelle des Sauganschlusses muß die Holweckstufe zusätzlich Gasmengen aufnehmen. Um das Saugvermögen in Pumprichtung an die größere Gasmenge anzupassen, muß die Kanaltiefe von dieser Stelle an in Pumprichtung wieder vergrößert werden.

- Die in den Ansprüchen 6 und 7 angeführten Maßnahmen dienen der Erhöhung der Leitwerte  $C_3$  bis  $C_5$  und damit einer Verbesserung der Saugvermögen  $S_2$  bis  $S_5$ , was wiederum als Ergebnis des obigen Formalismus zu einer Erhöhung der Druckverhältnisse  $K_{23}$ ,  $K_{34}$  und  $K_{45}$  führt.

Wie oben bereits erwähnt, ist es in bestimmten Anwendungen sinnvoll, die gegen Atmosphärendruck ausstoßende Pumpe als Membranpumpe auszubilden.

- Membranpumpen haben jedoch den Nachteil, daß ihre Lebensdauer durch die ständige elastische Verformung der den Schöpfraum abdichtenden Membranen begrenzt ist. Um jedoch die Vorteile der Membranpumpe auch bei Vakuumssystemen zu nutzen, deren Betriebsdauer über der Lebensdauer von Membranpumpen liegt, ist es sinnvoll, diese in Intervallen zu betreiben, wie in Anspruch 8 dargelegt.

- Dabei ist jedoch darauf zu achten, daß Druckschwankungen, die durch den Intervallbetrieb auftreten, die Funktionsweise des Gesamtsystems nicht beeinträchtigen. Dazu muß die Pumpstufe, an deren Ausgang die Membranpumpe angeschlossen ist, wie in Anspruch 9 ausgedrückt, ein ausreichend hohes Druckverhältnis aufweisen.

- Die Steuerung des Intervallbetriebes, d.h. das Ein- und Abschalten der Membranpumpe, muß in Abhängigkeit des Vorvakuumdruckes geschehen. Ein Maß für den Vorvakuumdruck ist in bestimmten Grenzen die Strom- bzw. Leistungsaufnahme der Turbomolekularpumpe. Dadurch ergibt sich eine elegante Methode zur Steuerung, da über die Antriebselektronik diese Größen leicht zugänglich sind.

Für eine Pumpstufe, welche gegen Atmosphäre ausstößt, ist die Membranpumpe als Beispiel genannt. Die Erfindung bezieht sich jedoch auch auf jede Art einer trockenen Vorpumpe.

- Zur Vermeidung von kondensierten Anteilen im Pumpssystem sind Absorptions- und/oder Kondensationsmittel zwischen den Pumpstufen und den Stufen des Gasanalysesystems vorgesehen.

- An Hand der Abbildung soll die Erfindung am Beispiel eines 4-stufigen Gaseinlaßsystems näher erläutert werden.

Die Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung des Pumpssystems in Verbindung mit einem Gaseinlaßsystem.

Die Abb. 2 zeigt das Beispiel einer praktischen Ausführungsform der ersten Pumpeinheit 4.

- Die Abb. 3 zeigt einen Ausschnitt aus Abb. 2 an der Stelle, an welcher der Saugstutzen in die Holweckpumpe mündet.

- Ein aus mehreren Kammern 1 bestehendes Gaseinlaßsystem für ein Gasanalysegerät 2 mit einem Gaseinlaß 3 wird durch ein Vakuumpumpensystem evakuiert. Das Vakuumpumpensystem besteht in diesem Beispiel aus einer ersten Pumpeinheit 4. Diese Pumpeinheit setzt sich zusammen aus einer mehrstufigen Turbomolekularpumpe 5 und aus einer Molekularpumpe 6, z.B. einer solchen der Bauart nach Holweck. Die einzelnen Stufen dieser Pumpeinheit sind insofern miteinander verbunden, als sie sich in einem gemeinsamen Gehäuse befinden, und die Rotoren auf einer gemeinsamen Welle montiert sind. Dadurch ist es möglich, diese gesamte erste Pumpeinheit mit einem gemeinsamen Motor zu betreiben, welcher durch eine Antriebselektronik 7 angetrieben wird.

- Weiterhin ist eine gegen Atmosphäre ausstoßende, trockene Vakuumpumpe 8 mit Steuereinheit 12 vorhanden. Diese Steuereinheit ist in die Antriebselektronik 7 für die erste Pumpeinheit 4 integriert. Zwischen den einzelnen Stufen der Pumpeinheit 4 und zwischen dem ersten Pumpssystem und der gegen Atmosphäre ausstoßenden Pumpe 8 sind Sauganschlüsse 9 angebracht. Am Beispiel der mittleren Stufe der ersten Pumpeinheit wird das Einlaßdruckniveau an der Stelle 10 und das Auslaßdruckniveau an der Stelle 11 definiert. Mit 13 ist eine Sorptions- oder Kondensationseinrichtung bezeichnet, welche sich zwischen einer Pumpstufe und einer Stufe des Gasanalysesystems befindet.

- In Abb. 2 ist die Pumpeinheit 4 als Kombination einer 2-stufigen Turbomolekularpumpe 5a, 5b und einer Holweckpumpe 6 dargestellt. Die Sauganschlüsse 9 sind mit Anschlußflanschen 15, 16, 17 verbunden, welche in der gleichen Ebene angeordnet sind wie der Hochvakuumflansch 14. Zur Erhöhung der Leitwerte und somit der Saugvermögen an den Stellen der Sauganschlüsse 9 sind Ringkanäle 18 vorgesehen, welche eine offene Verbindung zwischen den Sauganschlüssen und dem Pumpenraum herstellen.

- In Abb. 3 ist ein Ausschnitt aus der nachgeschalteten Pumpstufe 6, welche als Holweckpumpe ausgebildet ist, dargestellt. Der Ausschnitt zeigt die Stelle, an welcher einer der Sauganschlüsse 9 in den Kanal 19 der Holweckpumpe mündet. Der rotierende Teil ist mit 20 bezeichnet. Die Pumprichtung ist mit Pfeilen angedeutet. An der Stelle, an der der Sauganschluß 9 in den Kanal 19 der Holweckpumpe mündet, ist dieser in entgegengesetzter Pumprichtung in seiner Tiefe reduziert, um dann zur Eingangsseite 21 hin wieder größer zu werden. Vom Sauganschluß in Pumprichtung ist die Kanaltiefe größer als in entgegengesetzter Richtung.

**Patentansprüche**

1. Vakuumpumpsystem für ein mehrstufiges Gaseinlaßsystem (1), bestehend aus einer mehrstufigen Turbomolekularpumpe (5) mit Rotor- und Statorscheiben mit einer oder mehreren in Richtung Vorvakuumseite nachgeschalteten Pumpstufen (6), deren Rotoren sich auf der gleichen Welle befinden wie der Rotor der Turbomolekularpumpe und so eine erste Pumpeinheit bilden und mit einer weiteren gegen Atmosphärendruck ausstoßenden, trockenen Pumpstufe (8), dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den einzelnen Stufen Sauganschlüsse (9) vorgesehen sind, die in Bezug auf die Druckverhältnisse und Saugvermögen der einzelnen Pumpstufen so dimensioniert und angeordnet sind, daß Rückströmungen von der Stelle (11) des Auslaßdruckniveaus zu der Stelle (10) des Einlaßdruckniveaus innerhalb einer Pumpstufe klein sind gegenüber dem Gasstrom zwischen denjenigen Vakuumkammern, welche mit der Stelle des Auslaßniveaus und der des Einlaßniveaus verbunden sind.
2. Vakuumpumpsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sauganschlüsse (9) mit Anschlußflanschen (15, 16, 17) verbunden sind, welche in der gleichen Ebene angeordnet sind wie der Hochvakuumanschluß (14).
3. Vakuumpumpsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sauganschlüsse (9) mit Anschlußflanschen (15, 16, 17) verbunden sind, welche rechtwinklig zu dem Hochvakuumflansch (14) angeordnet sind.
4. Vakuumpumpsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die nachgeschaltete Pumpstufe (6) eine Molekularpumpe nach der Art einer Holweckpumpe ist.
5. Vakuumpumpsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die nachgeschaltete Pumpstufe (6) eine Molekularpumpe nach der Art von Gaede ist.
6. Vakuumpumpsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil der Holweckpumpstufe in Höhe des Sauganschlusses so ausgebildet ist, daß die Kanaltiefe (19) in Richtung zur Seite niedrigeren Druckes hin reduziert ist und sich dann zur Eingangsseite (21) der Pumpstufe hin wieder soweit vergrößert, daß die Gasmenge der vorhergehenden Stufe aufgenommen werden kann.
7. Vakuumpumpsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanaltiefe von der Stelle des Sauganschlusses an in Pumprichtung größer ist als in entgegengesetzter Richtung.
8. Vakuumpumpsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der Stelle des Sauganschlusses, welcher zwischen den beiden Stufen (5a und 5b) der Turbomolekularpumpe sich befindet, feststehende Leitschaufeln angebracht sind, welche so gestaltet sind, daß sie den Gasstrom in die Richtung der Pumpkanäle der Turbomolekularpumpe lenken.
9. Vakuumpumpsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse an einer oder mehreren Stellen in Höhe der Sauganschlüsse von einem Ringkanal (18) umgeben ist, welcher eine offene Verbindung zwischen dem Pumpenraum und dem Sauganschluß herstellt.
10. Vakuumpumpsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gegen Atmosphärendruck ausstoßende Pumpstufe (8) in Intervallen betrieben wird.
11. Vakuumpumpsystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpstufe, welche an die gegen Atmosphärendruck ausstoßende Pumpstufe angrenzt, so gewählt wird, daß die Druckschwankungen, welche in Folge des Intervallbetriebes der letzteren auftreten, unter einer für das Gasanalysesystem spezifischen Grenze bleiben.
12. Vakuumpumpsystem nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die gegen Atmosphärendruck ausstoßende Pumpe bei Überschreiten eines vorgewählten Wertes des Stromes oder der Leistung des Antriebsmotors der ersten Pumpeinheit (4) eingeschaltet und bei Unterschreiten eines zweiten vorgewählten Wertes abgeschaltet wird.

**EP 0 603 694 A1**

13. Vakuumpumpsystem nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (12) für den Intervallbetrieb Bestandteil der Antriebselektronik (7) der ersten Pump-einheit (4) ist.
- 5    14. Vakuumpumpsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zu pumpenden Gasströme durch Sorptions- und/oder Kondensationseinrichtungen (13), welche an einer oder mehreren Stellen zwischen Pumpstufen und Stufen des Gasanalysesystems sich befinden, von kondensierten Anteilen befreit werden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

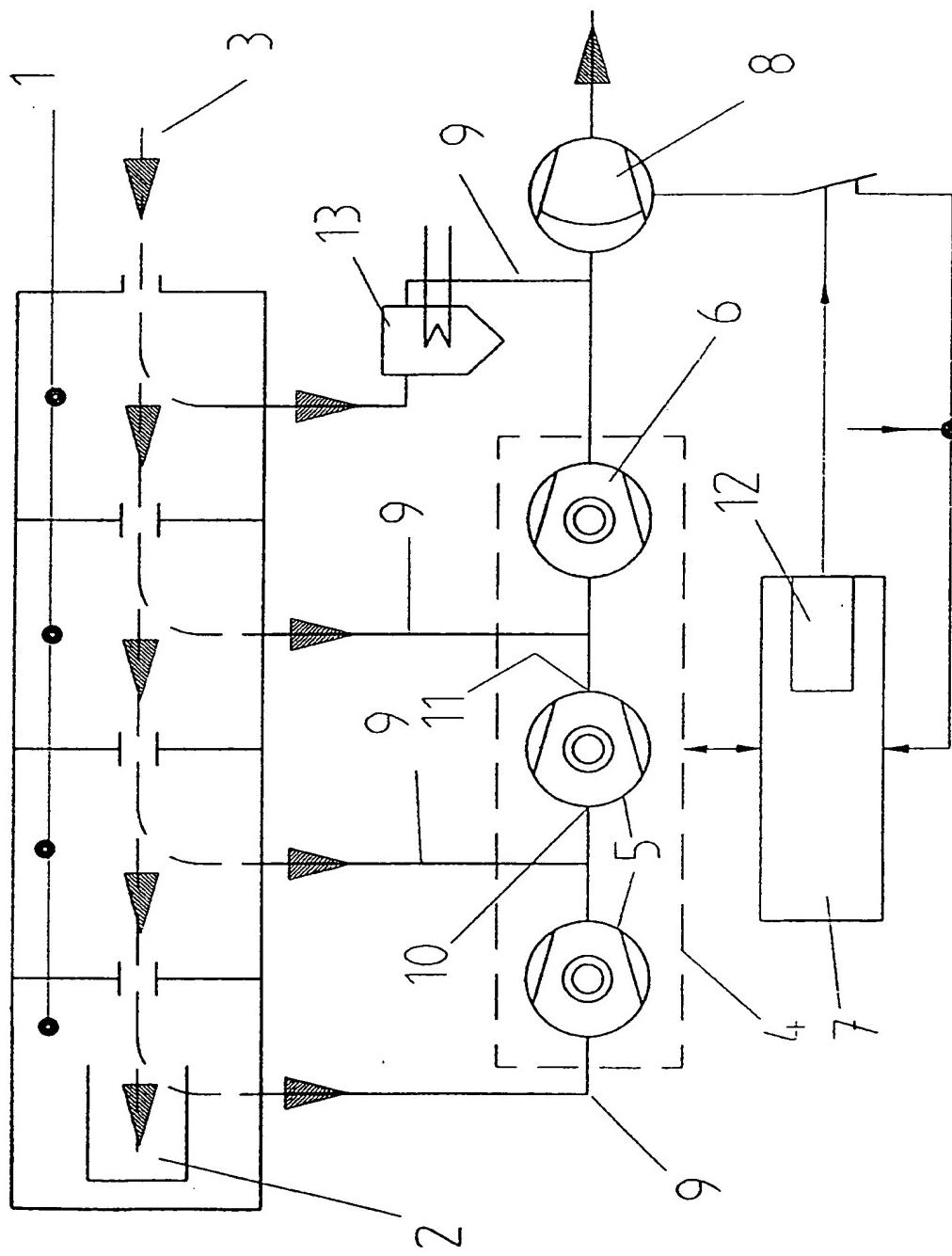


Abb. 1

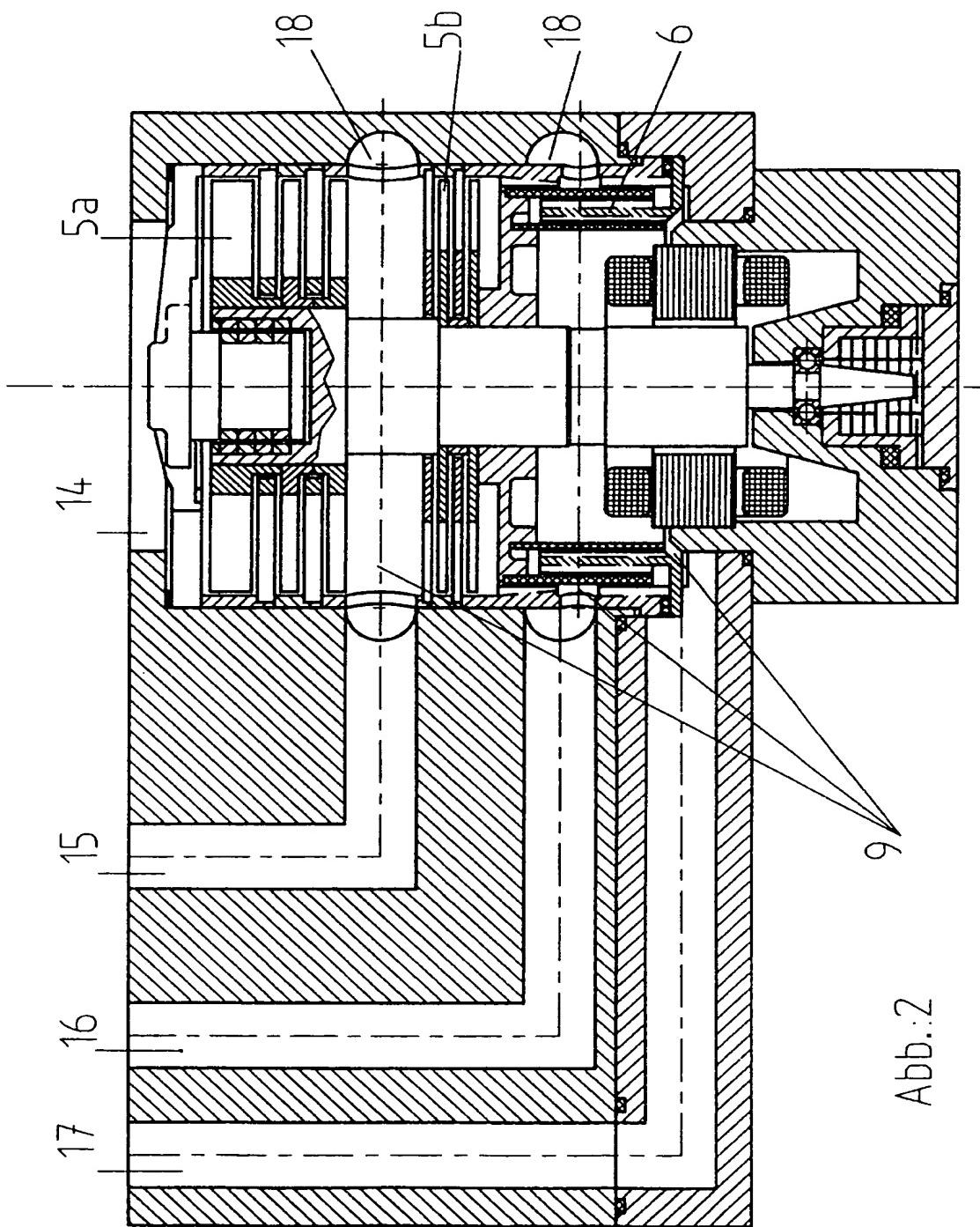


Abb. 2

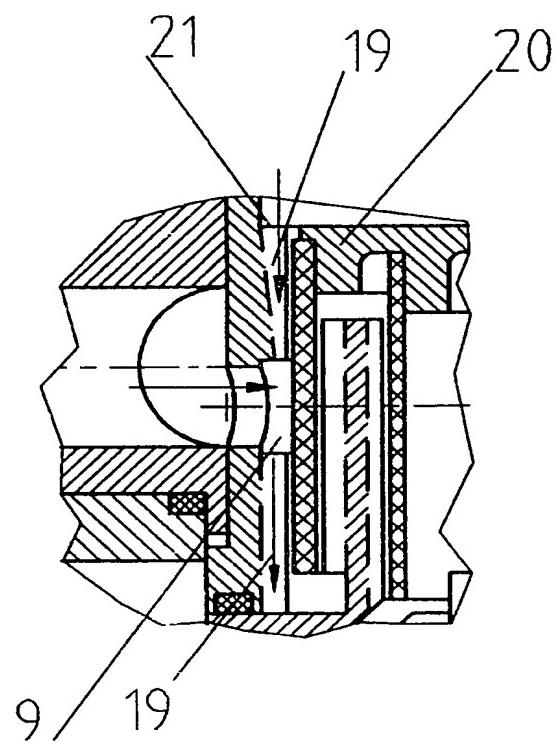


Abb.:3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 93 12 0036

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.5)		
A	EP-A-0 344 345 (LEYBOLD) * das ganze Dokument * ---	1, 3, 4	F04D19/04		
A	FR-A-2 236 545 (BALZERS PATENT- UND BETEILIGUNGS AKTIENGESELLSCHAFT) * das ganze Dokument * ---	1, 5			
A	US-A-3 536 418 (BREAUX) * das ganze Dokument * ---	1, 3, 14			
A	EP-A-0 397 051 (EBARA) ---				
A	DE-A-20 49 117 (SARGENT-WELCH SCIENTIFIC CO.) ---				
A	EP-A-0 472 933 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL) -----				
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.5)					
F04D					
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt					
Recherchemat	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer			
DEN HAAG	11. Februar 1994	Teerling, J			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE					
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze				
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist				
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument				
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderem Gründen angeführtes Dokument				
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument				